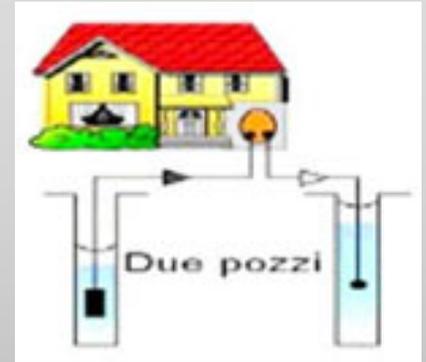


LA GEOTERMIA A BASSA ENTALPIA: SITUAZIONE ATTUALE E PROSPETTIVE



Bologna, 10 giugno 2014
Dr. Geol. Emanuele Stevanin

“REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO
GEOTERMICO A BASSA ENTALPIA
TIPO OPEN LOOP, PRESSO IL POLO
SCOLASTICO DI CODIGORO (FE)”

Procedure autorizzative e fasi di cantiere



Mantova

Chioggia

Rovigo
Rovigo

Polo scolastico

Ferrara

Ferrara

Modena

Emilia-Romagna

Modena

Bologna

Bologna

Imola

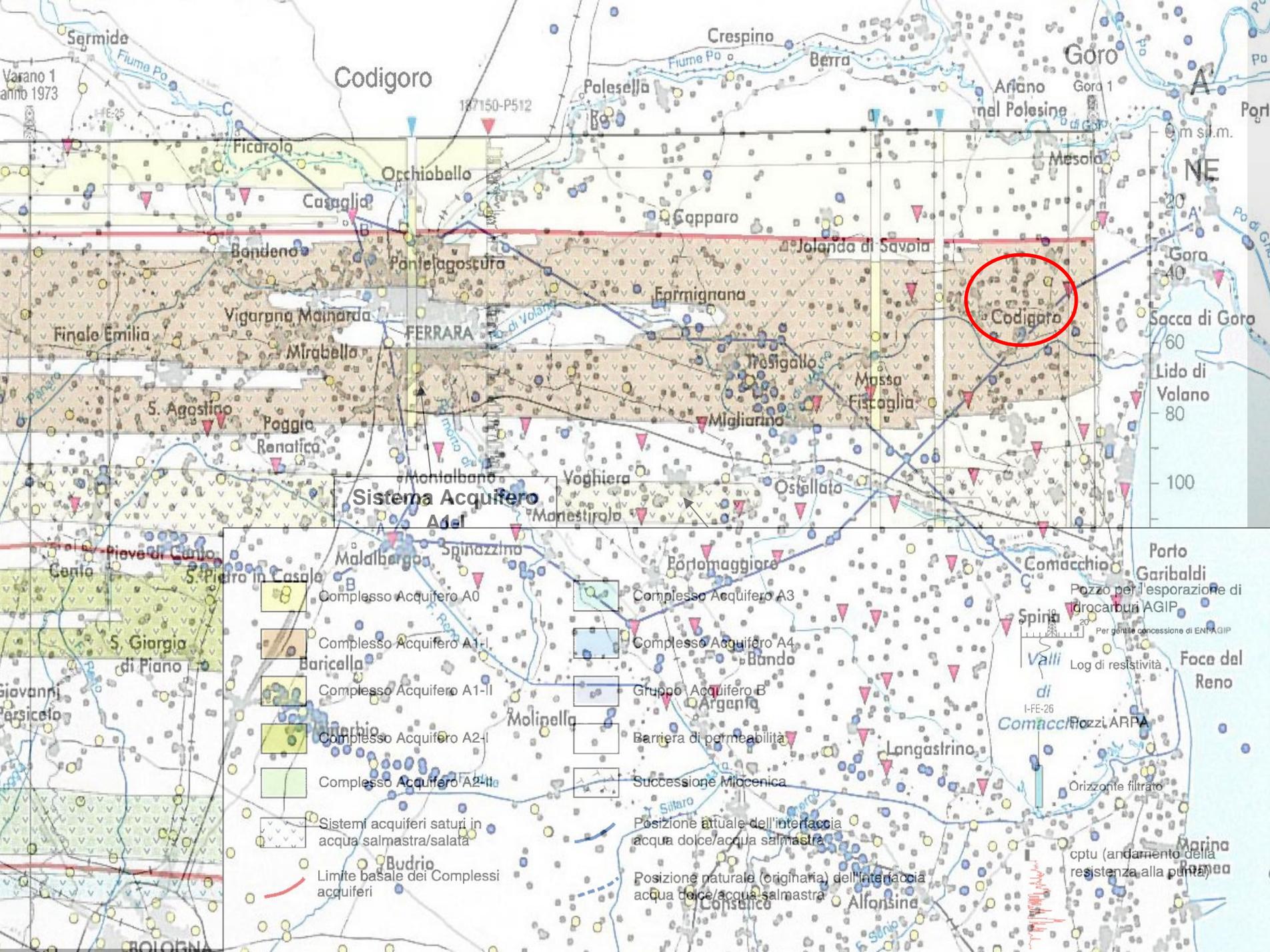
Ravenna

Ravenna

 **Polo scolastico**

 **Codigoro FE, Italia**





Varano 1
anno 1973

Codigoro

Crespino

Goro

Ficcarolo

Occhiobello

Polesella

Ariano
nel Polesine

Casaliga

Capparo

Mesola

Bondeno

Ponteagosturo

Jolanda di Savoia

Goro 1

Finale Emilia

Vigarano Mainarda

FERRARA

Farmignana

Codigoro

Sacca di Goro

S. Agostino

Poggio
Renatico

Troisigallo

Massa
Fiscaglia

Lido di
Volano

Sistema Acquifero
A del

Voghiera

Ostigallo

Porto
Garibaldi

Gentile

Pieve di Conio

S. Pietro in Casola

Malalbergo

Spinazzino

Portomaggiore

Comacchio

Garibaldi

Pozzo per l'esorazione di
idrocarburi AGIP

Per gentile concessione di ENI-AGIP

Log di resistività

Foce del
Reno

S. Giorgio
di Piano

Baricella

Complexo Acquifero A3

Complexo Acquifero A4

Gruppo Acquifero B

Barriera di permeabilità

Successione Miocenica

Posizione attuale dell'interfaccia
acqua dolce/acqua salmastra

Posizione naturale (originaria) dell'interfaccia
acqua dolce/acqua salmastra

Pozzi ARPA

Orizzonte filtrato

capu (andamento della
resistenza alla punta)

Sistemi acquiferi saturi in
acqua salmastra/salata

Limite basale dei Complessi
acquiferi

Complexo Acquifero A0

Complexo Acquifero A1-I

Complexo Acquifero A1-II

Complexo Acquifero A2-I

Complexo Acquifero A2-II

Sistemi acquiferi saturi in
acqua salmastra/salata

Limite basale dei Complessi
acquiferi

Complexo Acquifero A3

Complexo Acquifero A4

Gruppo Acquifero B

Barriera di permeabilità

Successione Miocenica

Posizione attuale dell'interfaccia
acqua dolce/acqua salmastra

Posizione naturale (originaria) dell'interfaccia
acqua dolce/acqua salmastra

Pozzo per l'esorazione di
idrocarburi AGIP

Per gentile concessione di ENI-AGIP

Log di resistività

Foce del
Reno

Pozzi ARPA

Orizzonte filtrato

capu (andamento della
resistenza alla punta)

Complexo Acquifero A0

Complexo Acquifero A1-I

Complexo Acquifero A1-II

Complexo Acquifero A2-I

Complexo Acquifero A2-II

Sistemi acquiferi saturi in
acqua salmastra/salata

Limite basale dei Complessi
acquiferi

Complexo Acquifero A3

Complexo Acquifero A4

Gruppo Acquifero B

Barriera di permeabilità

Successione Miocenica

Posizione attuale dell'interfaccia
acqua dolce/acqua salmastra

Posizione naturale (originaria) dell'interfaccia
acqua dolce/acqua salmastra

Pozzo per l'esorazione di
idrocarburi AGIP

Per gentile concessione di ENI-AGIP

Log di resistività

Foce del
Reno

Pozzi ARPA

Orizzonte filtrato

capu (andamento della
resistenza alla punta)

REGOLAMENTO REGIONALE 20 novembre 2001, n. 41

REGOLAMENTO PER LA DISCIPLINA DEL PROCEDIMENTO DI CONCESSIONE DI ACQUA PUBBLICA

Art. 17

Perforazioni finalizzate a controlli

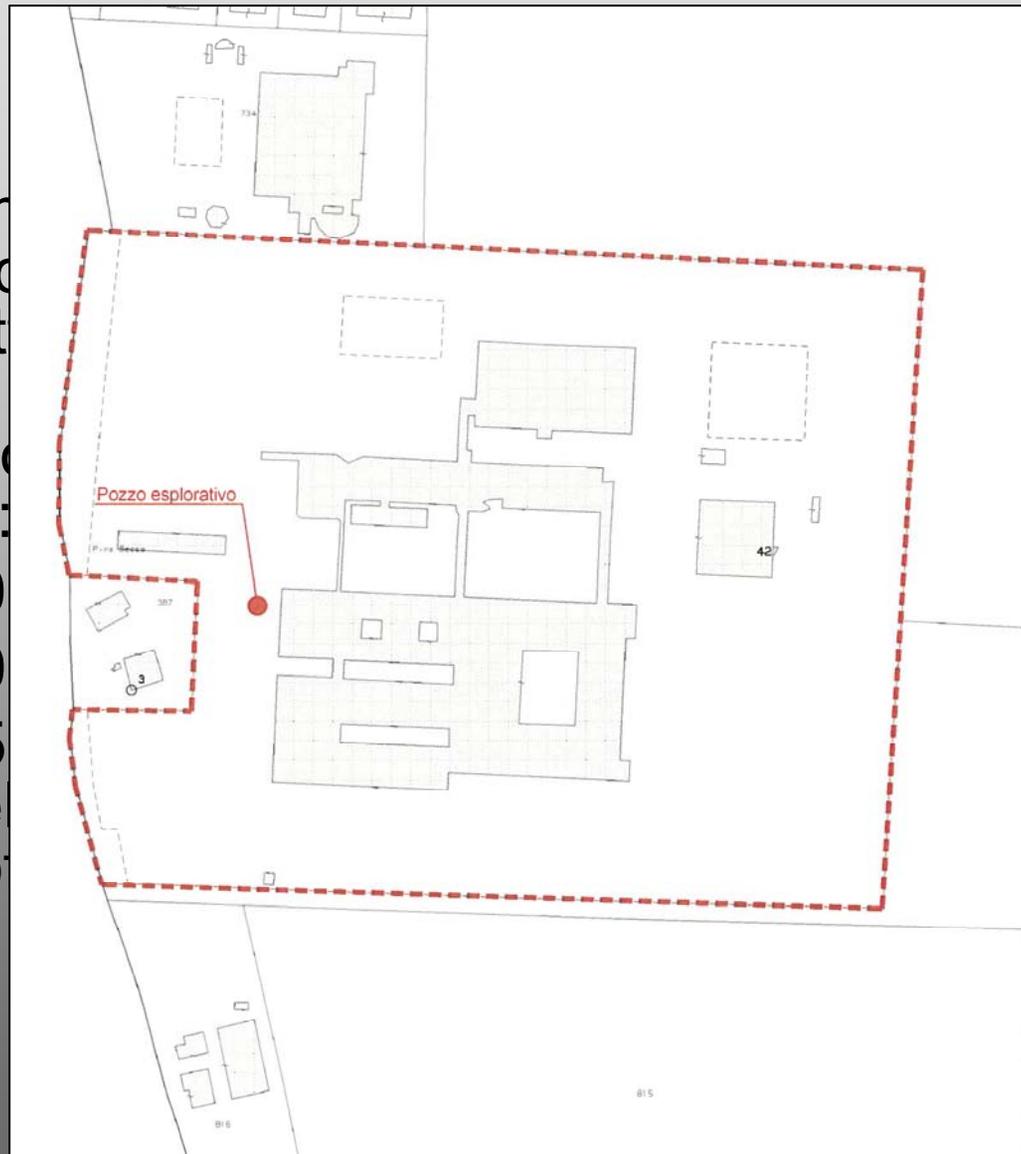
1. Qualora le perforazioni siano finalizzate a sondaggi per il controllo del livello piezometrico della falda e della qualità dell'acqua o siano funzionali all'abbassamento della falda freatica per l'esecuzione di opere, con esclusione delle perforazioni finalizzate ad interventi di sistemazione idrogeologica, l'interessato invia al Servizio una comunicazione corredata da:

a) relazione tecnica generale;
b) progetto di massima delle perforazioni da realizzare;
c) cartografia idonea ad individuare la localizzazione della perforazione (corografia su carta tecnica regionale in scala 1:10000 e planimetria catastale).

2. Decorsi quindici giorni dal ricevimento della comunicazione di cui al comma 1 senza che il Servizio abbia comunicato parere contrario o richiesto ulteriori adempimenti, l'interessato può dare inizio ai lavori adottando le cautele necessarie a prevenire effetti negativi derivanti dall'eventuale messa in comunicazione di falde diverse. Entro trenta giorni dalla conclusione dei lavori di perforazione, l'interessato trasmette al Servizio la stratigrafia dei terreni attraversati.

3. Nello stesso termine di cui al comma 2 il Servizio può prescrivere l'adozione di particolari modalità di esecuzione delle opere ai fini della tutela dell'acquifero sotterraneo.

In data 21 m
distruzione c
infisso ed at
raggiunto la
ha permesso
stratigrafica:
- da mt 00.0
- da mt 02.0
- da mt 28.5
aumento de
54.00 di pro



ggio a
ed è stato
gio ha
mpagna ed
one

gia
igia –
no a mt

Nello specifico, compatibilmente con i limiti propri del metodo di perforazione:

- da mt 00.00 a mt 02.00 terreno di riporto
- da mt 02.00 a mt 05.00 prevalenza di argilla con lenti di torba
- da mt 05.00 a mt 09.00 prevalenza di argilla con lenti di sabbia fine limosa
- da mt 09.00 a mt 10.00 prevalenza di argilla
- da mt 10.00 a mt 11.00 prevalenza di sabbia
- da mt 11.00 a mt 12.00 prevalenza di argilla
- da mt 12.00 a mt 13.00 prevalenza di sabbia
- da mt 13.00 a mt 28.50 prevalenza di argilla grigia
- da mt 28.50 a mt 56.00 prevalenza di sabbia grigia – aumento della granulometria con la profondità (diminuzione di sabbia e presenza di livelli di argilla da mt 54.00 a mt 56.00)



Per mezzo del piezometro è stato prelevato un campione di acqua previo secondo spurgo a basso flusso e previa stabilizzazione dei parametri mediante verifica con sonda multiparametrica. Il campione è stato poi correttamente conservato e trasmesso ad un laboratorio chimico il quale ha effettuato le analisi per la ricerca dei seguenti parametri con relativi risultati:

PARAMETRO	UNITA' DI MISURA	CONCENTRAZIONE RILEVATA
Ph	-	6,58
Ferro	mg/l	1,381
Cloruri	mg/l	3700,7
Solfati	mg/l	< 5
Azoto nitrico	mgNO ₃ /l	9,2
Solfuri	mg/l	< 0,1
Ossigeno disciolto	mgO ₂ /l	0,6
Cond. Elettrica a 25 °C	µS/cm	11800
Durezza totale	°F	290

I dati hanno evidenziato che le acque contenute nell'acquifero sono caratterizzate da una salinità elevata tale da renderla salmastra. Tecnicamente è definita salmastra un'acqua avente un contenuto salino disciolto compreso tra i 0,5 e 30 grammi di sale per [litro](#). Il basso valore di pH favorisce le incrostazioni, così come l'elevata presenza di Ferro, mentre risulta basso il valore dell'ossigeno disciolto.

Il livello della falda in condizioni statiche misurato all'interno del piezometro, corrispondeva a 2.30 mt dal piano campagna circostante;

E' stata effettuata una prima prova speditiva su tale piezometro, per mezzo del quale è stato possibile reiniettare in falda una portata istantanea di poco inferiore a 1 lt/sec.

1. Nel caso di richiesta di concessione di acque sotterranee da esercitarsi mediante pozzo, il Servizio, ferma restando la disciplina prevista all'art. 95 del R.D. 1775/33 relativamente alle perforazioni su fondo altrui, autorizza in via preliminare gli eventuali assaggi o indagini previsti dall'art. 98 del citato R.D. e la perforazione del pozzo, dando conto di eventuali osservazioni ed opposizioni e dopo aver acquisito i pareri di cui all'art. 12.

2. Il provvedimento di autorizzazione stabilisce:

- a) le modalità di esecuzione degli eventuali assaggi ed indagini preliminari alla perforazione definitiva del pozzo;
- b) le modalità di realizzazione della perforazione con particolare riferimento alla profondità massima raggiungibile ed alla/e falda/e captabile/i;
- c) il termine da osservarsi per la conclusione dei lavori, che non può essere superiore a sei mesi, con possibilità di proroga per ulteriori sei mesi;
- d) le cautele da adottarsi per prevenire effetti negativi sull'equilibrio idrogeologico;
- e) le cautele da adottarsi per prevenire possibili inquinamenti delle falde;
- f) l'eventuale obbligo di installazione di piezometri o altre apparecchiature idonee a rilevare il livello della falda ed a consentire prelievi di campioni di acqua da parte della Amministrazione pubblica.

3. L'autorizzazione alla perforazione del pozzo può essere revocata in qualsiasi momento, qualora la zona venga interessata da fenomeni di dissesto idrogeologico o per esigenze di tutela della risorsa.

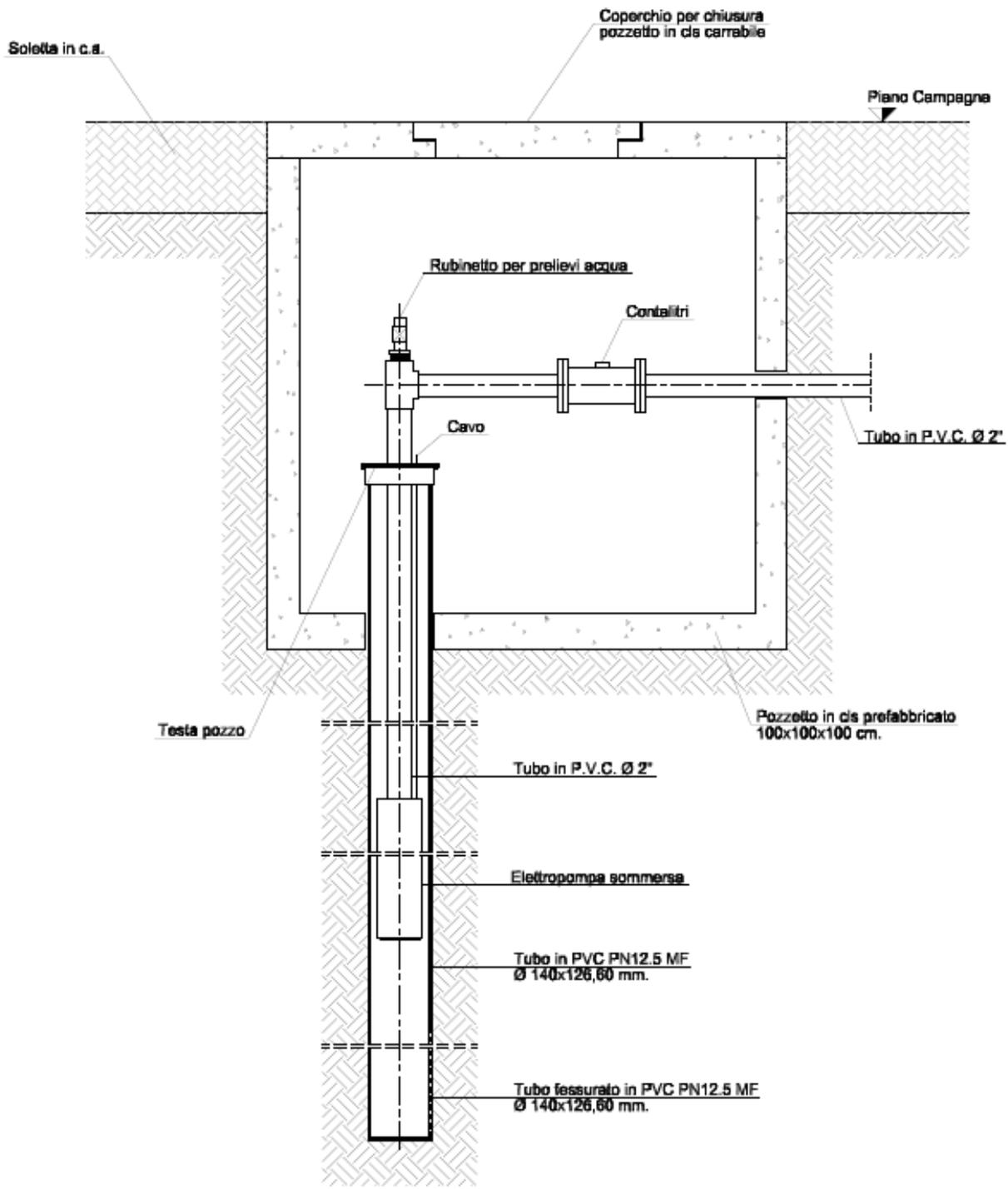
4. Ai fini della conclusione del procedimento concessorio l'interessato trasmette al Servizio, entro trenta giorni dal termine dei lavori di perforazione, una relazione integrativa che indica:

- a) l'esatta localizzazione della perforazione;
- b) la descrizione delle modalità esecutive della perforazione, il diametro e la profondità del pozzo, le quote delle fenestrature, le modalità costruttive delle opere a protezione del pozzo;
- c) la stratigrafia dei terreni attraversati;
- d) la tipologia e le caratteristiche tecniche della pompa che si prevede di installare;
- e) il tipo di falda captata.

5. Per i pozzi di portata massima superiore a 5 l/s la relazione di cui al comma 4 indica altresì:

- a) le modalità di effettuazione ed i risultati di una prova di pompaggio finalizzata sia alla determinazione della tipologia idraulica dell'acquifero interessato e dei parametri caratterizzanti il comportamento idrodinamico del sistema messo in pompaggio, sia alla individuazione di eventuali limiti, impermeabili o alimentanti, presenti nell'area di influenza della prova;
- b) il regime ed il movimento naturale della falda captata, ove possibile, e la struttura idrogeologica interessata dal

- Pozzo di
- trivellaz con circo
 - profond
 - colonna mm) dal
 - colonna 140,00 m
 - elettrop prevalen
 - efficace colonna
 - testa de ispezione prefabbric all'interno di acqua
 - spurgo acqua lin



nucleo

0,00

6,60 x

a fra la

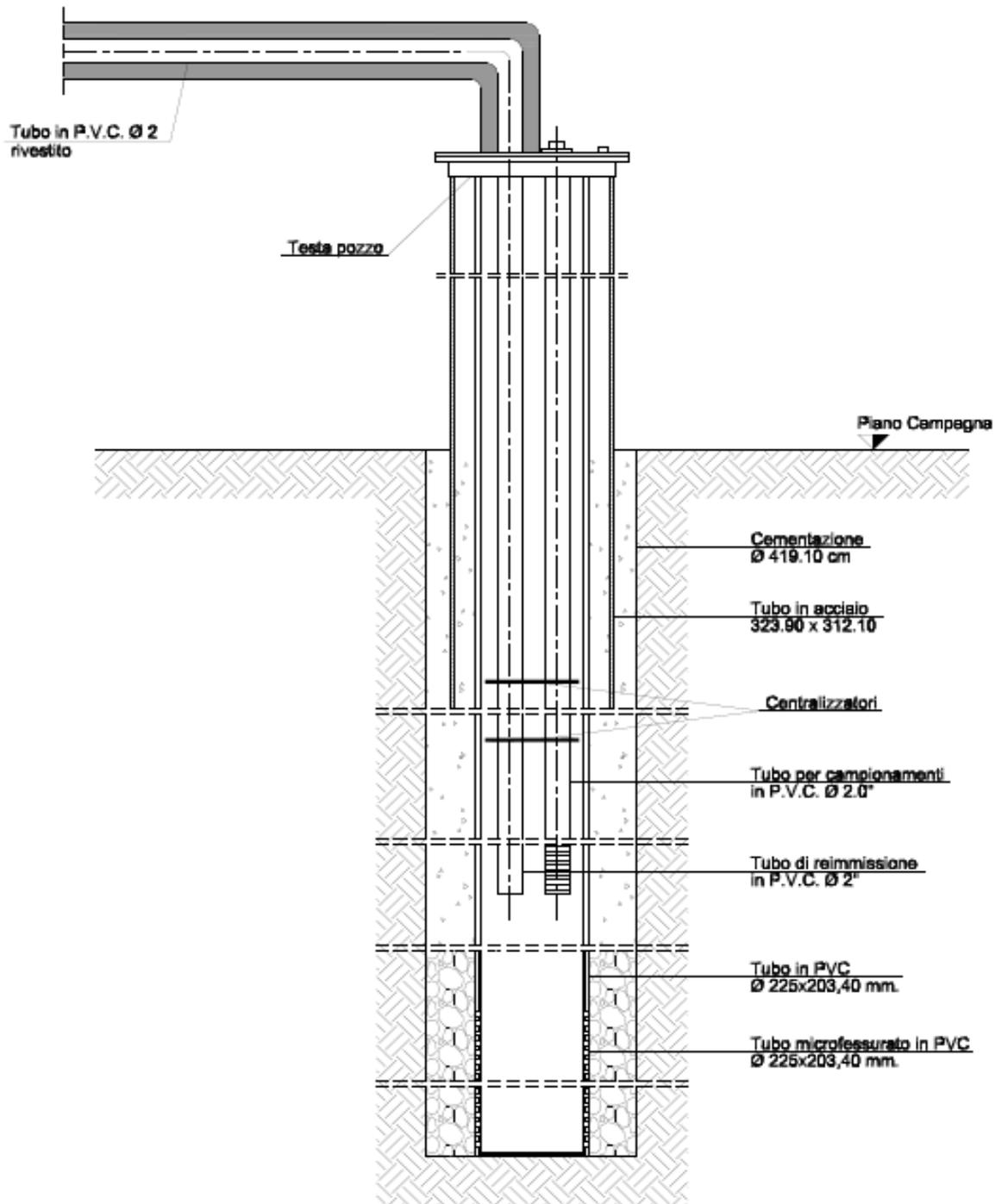
ro di
ozzetto

prelievo
iusura.

) fino ad

Pozzo

- trivella con cir
- profon
- colon (mm) da
- colon 225,00
- ceme
- colon all'altez
- colon vernicia
- testa
- tubo c
- colon cieca e
- attrave piccolo
- bocch all'inter
- senso pompa



cleo

00

40 x

aio

F ϕ 2"

parte

ento di

sione

one del





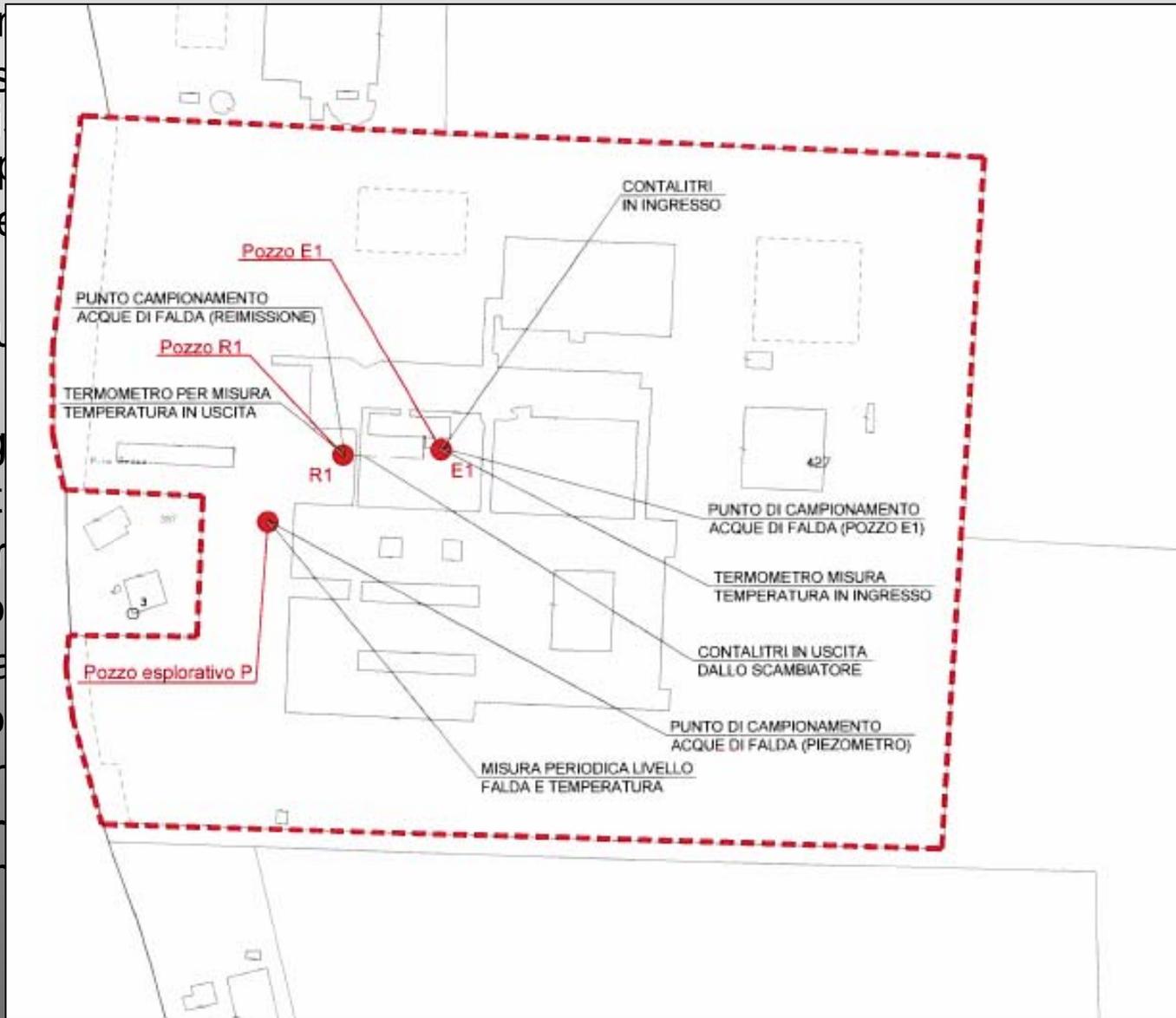
Al fine di controllare l'andamento delle temperature in falda e l'eventuale variazione dei parametri chimico-fisici, sono previsti controlli e monitoraggi, in parte imposti dall'STB e dalla Provincia stessa, in corrispondenza di diversi punti dell'impianto.

In particolare sono stati installate le seguenti strumentazioni:

- contaltri ad impulsi in corrispondenza della testa pozzo
- termometro per misura della temperatura in ingresso
- contaltri a lettura diretta in uscita dallo scambiatore
- termometro per misura temperatura in uscita

Sono in
- analisi
- reimm
- dell'im
- tempe
- ph
- condu
- ferro
- mang
- solfat
- clorur
- azoto
- carica
- azoto
- legior
- misur
- piezom

zzo di



CONCLUSIONI

Anche nei terreni del ferrarese, dove non sono presenti acquiferi in ghiaia, è possibile realizzare impianti geotermici tipo open loop a bassa entalpia. I livelli statici elevati e le caratteristiche di permeabilità degli acquiferi, richiedono però una particolare cura sia in fase di progettazione che in fase di realizzazione, nel corso della quale dovranno essere programmate con grande attenzione le modalità costruttive del pozzo di reimmissione il quale, oltre ad avere un diametro e una superficie filtrante decisamente maggiore rispetto al pozzo di emungimento, dovrà essere dotato di filtri con slot più larghi rispetto al pozzo di emungimento e dovrà inoltre essere particolarmente seguita la fase di realizzazione del drenaggio con ghiaietto calibrato e la fase di cementazione, per evitare impaludamenti.

La realizzazione di un albo di ditte certificate dal quale attingere per realizzare questo tipo di opere potrebbe fare senz'altro bene al settore, aumentando la qualità delle lavorazioni

Resta però particolarmente complesso l'aspetto autorizzativo per il quale, visto che in pratica si tratta di impianti a bilancio idrogeologico uguale a zero, potrebbe essere predisposta una disciplina ad hoc, che consenta agli uffici preposti di rilasciare le autorizzazioni in tempi relativamente rapidi e con prescrizioni chiare e uniformi.